

# **SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE UN HIDROGEL A PARTIR DE ALGINATO DE SODIO Y ÁCIDO ACRÍLICO**

**S. Padrón Ortega, J. G. Robledo Muñiz, M. Martínez Martínez, G. A. Bonilla Martínez, J. L. Rivera Armenta,**

División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Cd. Madero, Juventino Rosas y Jesús Urueta S/N, Col. Los Mangos, C. P. 89440,  
Tel. y Fax: 2-15-85-44

Email: [sandy\\_itcm@yahoo.com.mx](mailto:sandy_itcm@yahoo.com.mx),

## **RESUMEN**

En la actualidad los hidrogeles han tenido un interés considerable debido a su variedad en aplicaciones biomédicas y biotecnológicas. El poli(ácido acrílico) cuando es entrecruzado absorbe grandes cantidades de agua, por eso se le considera un hidrogel. Los alginatos, pertenecientes al grupo de sustancias denominadas “biopolímeros marinos”, están llamando cada vez más la atención debido a la biodiversidad de sus aplicaciones. Los más importantes son los alginatos de sodio, potasio, amonio y calcio, su empleo es alto y variado en diferentes industrias. En esta investigación se realizó la síntesis de un hidrogel de alginato de sodio y poli(ácido acrílico), vía radicales libres, en presencia de peróxido de benzoilo y glutaraldehído como iniciador y agente entrecruzante, respectivamente, en un medio ácido (HCl). Para la síntesis, se realiza un diseño de experimentos con ayuda del Minitab versión 13, donde se obtiene como resultado 30 experimentos, tomando en cuenta que las variables a considerar son: (a) cantidad de entrecruzante y (b) concentración de monómeros. Los hidrogeles obtenidos se caracterizan por medio de las técnicas Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) y Espectroscopia Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR). Los mejores resultados se obtuvieron con los hidrogeles q tienen la relación 50/50 de AlNa/AAc.

## **INTRODUCCIÓN**

En la actualidad los hidrogeles han tenido un interés considerable debido a su variedad en aplicaciones biomédicas y biotecnológicas. Gracias a su excelente compatibilidad con los tejidos y las facilidades para fabricarlos, los hidrogeles son considerados como sistemas potenciales para la liberación de fármacos, además son capaces de captar grandes cantidades de agua, manteniendo su estructura tridimensional; estas cantidades de agua dependen de la hidrofilia de los polímeros constituyentes.<sup>1</sup>

El poli(ácido acrílico) cuando es entrecruzado absorbe grandes cantidades de agua, por eso se le considera un hidrogel. Debido a la presencia de los grupos carboxílicos, el hinchamiento del hidrogel de poli(ácido acrílico) es altamente dependiente del pH del medio que lo rodea. Una de las mayores aplicaciones de los hidrogeles de ácido acrílico es mantener la liberación controlada de drogas en los sistemas gastrointestinales.<sup>2</sup>

Los alginatos, pertenecientes al grupo de sustancias denominadas “biopolímeros marinos”, están llamando cada vez más la atención debido a la biodiversidad de sus aplicaciones. Se extraen de las algas pardas (Phaeophytas), que viven sobre las rocas a 20 metros de profundidad y se distinguen por su color verde olivo o también debido a la ficoxantina, que enmascara la clorofila. Los más importantes son los alginatos de sodio, potasio, amonio y calcio, su empleo es alto y variado en diferentes industrias.<sup>3</sup>

Las propiedades físicas de los alginatos se ven fuertemente influenciadas por la presencia de los ácidos manurónicos y gularónicos. Entre las propiedades más importantes, destaca la absorción de grandes cantidades de agua.<sup>4</sup>

Para la liberación de fármacos es recomendable utilizar materiales naturales, tales como los alginatos, ya que estos materiales son degradados por enzimas bacterianas. Teniendo en cuenta esta cualidad y la sensibilidad a los cambios del pH de ácido acrílico, en esta investigación se realizó la síntesis de un hidrogel de alginato de sodio y poli(ácido acrílico), vía radicales libres, en presencia de peróxido de benzoilo y glutaraldehído como iniciador y agente entrecruzante, respectivamente, en un medio ácido (HCl).

## **SECCIÓN EXPERIMENTAL**

Para realizar la síntesis del hidrogel de alginato de sodio y ácido acrílico, se utilizó un reactor de vidrio tipo batch de tres bocas. Para la obtención de datos experimentales, se realizó un diseño de experimentos con ayuda del programa Minitab versión 13, en el cual se utilizaron como variables (a) la cantidad de entrecruzante, 1%, 5% y 10% en peso<sup>5</sup> y (b) la concentración de los monómeros, 0/100, 25/75, 50/50, 75/25 y 100/0 de alginato de sodio y ácido acrílico. Se obtuvo como resultado 15 experimentos con dos repeticiones, siendo un total de 30 experimentos.

En el reactor de vidrio se agrega el solvente, en este caso dioxano/agua (25% en peso) (marca Caledon) y posteriormente el alginato de sodio (Sigma-Aldrich), el cual se agrega lentamente y se mantiene en agitación 30 minutos para lograr una uniformidad de la mezcla. Después se agrega el ácido acrílico (Sigma-Aldrich 99%), así como el iniciador, peróxido de benzoilo (PBO); el agente entrecruzante, Glutaraldehído (GA) y ácido clorhídrico (HCl), para lograr que la polimerización se realice en un medio ácido. El tiempo de reacción es 1 hora y la temperatura 80° C.

Los hidrogeles se caracterizan por medio de las técnicas de Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) y Espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR), y se utilizará un espectrómetro de Transformada de Fourier marca Perkin Elmer, modelo Spectrum One.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los geles sintetizados presentan una superficie homogénea, la coloración de éstos va a depender de la concentración de los monómeros, ya que el alginato de sodio presenta una tonalidad café.

La apariencia de los hidrogeles que contienen una relación mayor de ácido acrílico es transparente, al contrario de los que presentan mayor cantidad de alginato de sodio.

La técnica de SEM, se ejemplifica en la Figura No. 1, donde se observan dos micrografías, en primera de ellas la relación de monómeros es de 25/75 al 10% de entrecruzante y se puede percibir que hay demasiado entrecruzamiento en comparación con la figura b) que tiene las mismas condiciones pero tiene una relación de monómeros de 50/50 y se observa una textura lisa y homogénea, atravesada por surcos.

Los hidrogeles que contienen una relación mayor de ácido acrílico presentan una apariencia transparente, al contrario de los que presentan mayor cantidad de alginato de sodio.

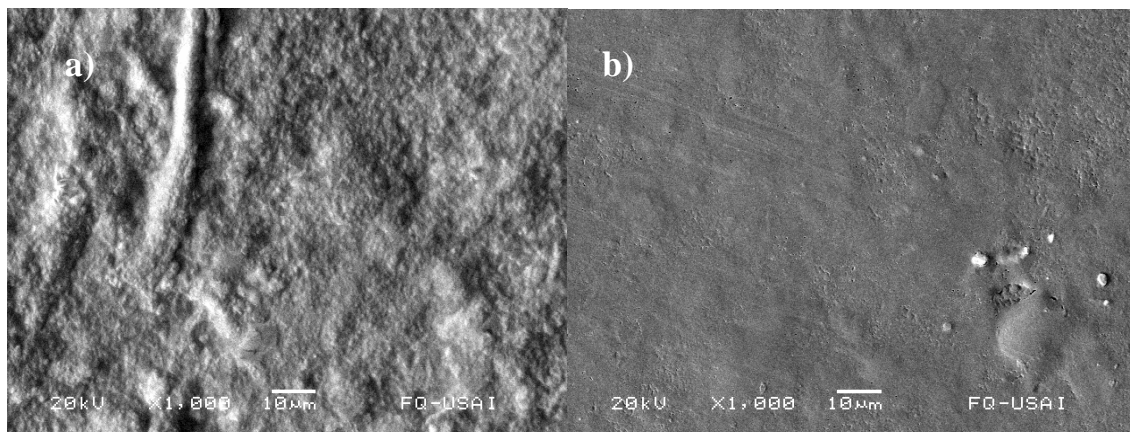


Figura No. 1: Micrografías de los hidrogeles que contiene 10% de entrecruzante: a) 25/75 AlNa/AAc y b) 50/50 AlNa/AAc.

Para hacer un análisis significativo, AlNa/AAc, para el análisis de FTIR los espectros muestran:

- una banda ancha cercana de los  $3500\text{cm}^{-1}$  característica del alginato de sodio por presentar grupos OH, así como del ácido acrílico,
- a  $3200\text{ cm}^{-1}$  existe un estiramiento COOH,
- a  $1750\text{ cm}^{-1}$  existe un inflexión C=O característico del grupo carbonilo del ácido acrílico y a  $1420\text{ cm}^{-1}$  C-OH. Con los resultados anteriores se comprueba que existe un buen entrecruzamiento.

Los hidrogeles de relación 50/50 AlNa/AAc presentaron mejor desempeño que los demás debido al equilibrio de los monómeros. En la figura No. 2, se observa que la banda del OH ( $3500\text{ cm}^{-1}$ ) desaparece y puede atribuirse al entrecruzamiento con el GA, ya que se realiza a través de los grupos OH.

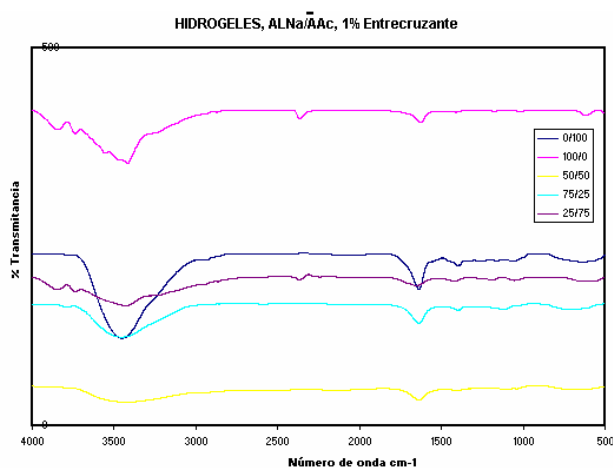


Figura No.2: Espectros Infrarrojos de los hidrogeles que contienen 1% de entrecruzante

## CONCLUSIONES

Bajo condiciones adecuadas se obtuvieron los hidrogeles de AlNa/AAC satisfactoriamente. Las imágenes de SEM muestran una textura lisa y homogénea en algunos de los hidrogeles, mientras que para la relación 25/75 AlNa/AAC con 10% de entrecruzante, muestra que existe un entrecruzamiento mayor al de las otras relaciones. Mediante la técnica de Espectroscopia Infrarroja se pueden observar que los grupos de las materias primas están presentes en el producto final.

## AGRADECIMIENTOS

- ✓ Beca de estudios otorgada por el Consejo Nacional para la Ciencia y Tecnología CONACYT, con el número 188829.
- ✓ Proyecto COSNET 403.04-P.
- ✓ **INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CD. MADERO**
- ✓ Al Dr. José Luis Rivera Armenta, FTIR y la Dra. Gabriela Bonilla Martínez (ITCM)
- ✓ Al Dr. Modesto Javier Cruz Gómez (UNAM), SEM.
- ✓ ASESORES: Dr. Juan Gabriel Robledo Muñiz  
M. C. Martina Martínez Mtz.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Luzardo Alvarez Asteria, Otero Espinar Francisco, Blanco Méndez José; *Elaboración de hidrogeles de ácido poliacrílico. Estudios Preliminares de Hinchamiento*; Tecnología Farmacéutica, 103-105, 1999.
2. Jabbari Esmail y Nozari Samyra, Swelling behavior of acrylic acid hydrogel prepared by  $\gamma$ -radiation crosslinking of polyacrylic acid in aqueous solution; Elsevier Science, European Polymer Journal 36, 2685-2692, 2000.
3. Kelco. *Kelco algin hydrophilic derivatives of alginic acid for scientific water control*, 56, 1986.
4. Acha de la Cruz Otilia, *Extracción de Carbohidratos (ácido algínico) de la especie Grateolupia Doryphora (Algas Pardas – Ancón, Perú)*, Tecnia, 9, 19-24, 1999.
5. Gradilla O., Reyes G., López U., García E., Orozco G. y Bautista R.; *Síntesis de hidrogeles micro/meso estructurados por fotopolimerización*; XVII Congreso Nacional de la Sociedad Polimérica de México.